

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ GREENBUILDING

Κτιριακό κέλυφος – Τεχνικό Εγχειρίδιο



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	3
2. Καταγραφή συστημάτων	4
3. Εκτίμηση τεχνικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας	Error! Bookmark not defined.
4. Σχέδιο Δράσης	19
5. Έκθεση	19
Παράρτημα 1: Τιμές αναφοράς και τιμές-στόχοι της απόδοσης των στοιχείων του κελύφους	20
Παράρτημα 2: Τιμές αναφοράς της ενεργειακής απαίτησης του κτιρίου	22
Παράρτημα 3: Τυπική ενεργειακή απόδοση κοινών και βελτιωμένων συστημάτων παραθύρων	24
Παράρτημα 4: Σχέδιο Δράσης για το κτιριακό κέλυφος	25
Παράρτημα 5: Σχέδιο Έκθεσης για το κτιριακό κέλυφος	27

Συγγραφείς:

Pagliano Lorenzo, Dama Alessandro

End-use Efficiency Research Group (eERG) – Building Engineering Faculty -
Politecnico di Milano

Ιστοσελίδα GreenBuilding website: www.eu-greenbuilding.org

Το έργο GreenBuilding υποστηρίζεται απο το:



Ομάδα έργου:



Disclaimer EU Commission: The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not represent the opinion of the Community. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

1. Εισαγωγή

Με τη συμμετοχή της στο πρόγραμμα GreenBuilding, η επιχείρησή σας δηλώνει τη δέσμευσή της να μειώσει σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια της που συμμετέχουν σ' αυτή την προσπάθεια.

Στη συνέχεια, μπορείτε να βρείτε βοήθεια για την διαδικασία εκτίμησης και επίτευξης της μέγιστης δυνατής ενεργειακής απόδοσης στον τομέα των συστημάτων του κτιριακού κελύφους.

Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας:

Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού έχουν τη σημαντικότερη επίδραση στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων του τριτογενή τομέα. Το κέλυφος επηρεάζει σημαντικά την ενεργειακή ζήτηση των Η/Μ συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, δεδομένου ότι καθορίζει τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και τον εισερχόμενο φυσικό φωτισμό. Αναβαθμίζοντας το κτιριακό κέλυφος, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση, μέσω της μείωσης των θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων. Σε μερικές περιπτώσεις, με την εφαρμογή στοιχείων κελύφους υψηλής αποδοτικότητας μπορεί να αποφευχθεί η χρήση των Η/Μ συστημάτων. Αναλόγως της τρέχουσας απόδοσης του κελύφους, η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει έως και το 50% με εφαρμογή ενός εκτεταμένου σχεδίου ανακαίνισης (π.χ. εφαρμόζοντας συνδυασμό μέτρων ή εφαρμόζοντας σχέδιο πλήρους ανακαίνισης των όψεων που μπορεί να φτάνει έως την εφαρμογή 'διπλού κελύφους'.

Απόδοση Κόστους

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) για επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στην ανακαίνιση του Κτιριακού Κελύφους κυμαίνεται τυπικά μεταξύ 5% και 25%, αναλόγως της υφιστάμενης κατάστασης του κελύφους, του κόστους εργασιών, τις τιμές ενέργειας και τα χρηματοδοτικά πλαίσια.

Αυτό το εγχειρίδιο είναι συμπληρωματικό της 'Οδηγίας για τα Μέλη'. Καθορίζει τι θα πρέπει να συμπεριλάβει το Μέλος στο Σχέδιο Δράσης του, εάν η δέσμευσή του αφορά και στο κτιριακό κέλυφος. Συγκεκριμένα, εξηγεί τι πρέπει να κάνει το Μέλος για κάθε ένα από τα ακόλουθα βήματα:

- **Καταγραφή** των συστημάτων του κελύφους και της λειτουργίας τους
- **Εκτίμηση** της εφαρμοσιμότητας των πιθανών μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης
- **Σχέδιο Δράσης**, στο οποίο καθορίζεται τι έχει αποφασίσει να κάνει το Μέλος για να μειώσει το λειτουργικό κόστος βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση
- **Έκθεση Αναφοράς**, των αποτελεσμάτων εφαρμογής του Σχεδίου Δράσης

Σημειώνεται ότι τα έγγραφα που σχετίζονται με την Καταγραφή και την Εκτίμηση είναι εσωτερικά της επιχείρησης, εμπιστευτικά έγγραφα, ενώ το Σχέδιο Δράσης και η Έκθεση Αναφοράς κατατίθενται στο πρόγραμμα GreenBuilding

2. Καταγραφή Συστημάτων

Ως πρώτο βήμα στο προσδιορισμό των κατάλληλων μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης, το Μέλος GB θα πρέπει να κάνουν μια καταγραφή των στοιχείων του κελύφους και των κύριων λειτουργικών παραμέτρων όπως οι κλιματικές συνθήκες, το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας και η χρήση του κτιρίου, οι καταναλώσεις θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού.

Η καταγραφή γίνεται σε τρεις φάσεις.

α. Περιγραφή Συστήματος

Τα δεδομένα που πρέπει να συλλεχθούν είναι:

Γενικές πληροφορίες, τοποθεσία και χρήση:

- Γεωγραφική θέση
- Εμβαδόν και όγκος
- Εμβαδόν θερμαινόμενης επιφάνειας από Η/Μ συστήματα
- Περίγραμμα και αριθμός ορόφων
- Προσανατολισμός και ποσοστό σκίασης (από συστήματα του κελύφους, από άλλα κτίρια, από βλάστηση κλπ.)
- Περιγραφή εξωτερικού μικροκλίματος (παρουσία βλάστησης κλπ.)
- Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας και είδος χρήσης του κτιρίου
- Συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση

Πληροφορίες για τα στοιχεία του κελύφους:

Χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες (κάθε ζώνη θα είναι τμήμα του κτιρίου στο οποίο πρέπει να εξασφαλίζονται οι ίδιες θερμοκρασιακές συνθήκες) και περιγραφή για κάθε ζώνη:

Παράθυρα: τύπος υαλοπινάκων και πλαισίων, ποσοστό διαφανούς και αδιαφανούς επιφάνειας και προσανατολισμός

Εξωτερικοί τοίχοι: τύπος κατασκευής (υλικά επιστρώσεων), εμβαδόν και προσανατολισμός, θερμοχωρητικότητα (χαμηλή, μέση, υψηλή), ανακλαστικότητα.

Δάπεδο και Οροφή: τυπολογία, γεωμετρία και ανακλαστικότητα.

Συστήματα σκίασμού: (εάν υπάρχουν): τυπολογία (εσωτερικά ή εξωτερικά) και γεωμετρία, θερμικές και οπτικές ιδιότητες.

β. Μέτρηση παραμέτρων

Θερμική απόδοση

Η δομή και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων της τοιχοποιίας δεν είναι εμφανή. Συνεπώς, απαιτούνται εκτιμήσεις των θερμικών χαρακτηριστικών (βλ. παράδειγμα στο Παράρτημα 2 για τυπικές τιμές θερμικής περατότητας υαλοπινάκων και πλαισίων).

Μερικά πρόσθετα βοηθητικά μέσα είναι:

- Η θερμογράφηση: μπορεί να δώσει πληροφορίες μεγάλης ακρίβειας για την απόδοση και τα προβλήματα του κελύφους, π.χ. θερμογέφυρες. Απαιτεί εξειδικευμένους τεχνικούς και συγκεκριμένες διαδικασίες.
- Όταν δεν είναι δυνατόν να βρεθούν οι απαιτούμενες πληροφορίες, η λήψη δοκιμών (διαμέτρου περίπου 10 εκ.) της εξωτερικής τοιχοποιίας μπορεί να δώσει ακριβείς πληροφορίες για τη δομή και την κατάσταση του κελύφους.

Συλλογή μετρήσεων που αφορούν στη λειτουργία του συστήματος.

- Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρισμού/καυσίμου για θέρμανση
- Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρισμού/καυσίμου για ψύξη
- Καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας (ετήσιες ή μηνιαίες) για φωτισμό
- Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες
- Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία
- Ωριαίες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, κατεύθυνση και ένταση ανέμων, άμεση και διάχυτη ακτινοβολία, κλπ. ... απαιτούνται όταν πρόκειται να εκπονηθεί δυναμική προσομοίωση του κτιρίου, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση συγκεκριμένων βελτιωτικών επεμβάσεων στο κέλυφος.

γ) Δείκτες απόδοσης του συστήματος

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός παθητικού συστήματος, όπως το κτιριακό κέλυφος, είναι πολύπλοκη και γίνεται συνήθως με δύο τρόπους.

Σε αρχική προσέγγιση, η εκτίμηση της απόδοσης του κελύφους μπορεί να προκύψει από την εκτίμηση των μεμονωμένων στοιχείων. Σ' αυτή την περίπτωση οι δείκτες θα περιγράφουν την απόδοση του μεμονωμένου συστήματος και θα χρησιμοποιηθούν για να ελεγχθεί εάν αυτή η απόδοση ικανοποιεί τις απαιτήσεις. Αυτή η απόδοση δεν λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση των διαφόρων μερών του συστήματος.

Στην πραγματικότητα η συνολική επίδραση διαφορετικών συστημάτων κελύφους στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου, μπορεί να εκτιμηθεί είτε με στατικές μεθόδους υπολογισμού (που περιλαμβάνονται στα εθνικά ή στα Ευρωπαϊκά πρότυπα) είτε με δυναμικά μοντέλα προσομοίωσης (από ειδικούς συμβούλους).

Οι στατικές μέθοδοι μπορεί να είναι επαρκείς σε κλιματικές συνθήκες όπου απαιτείται κυρίως θέρμανση, αλλά σε κλιματικές συνθήκες που απαιτείται ψύξη και το κτίριο επαφίεται κυρίως στα παθητικά του συστήματα για την επίτευξη συνθηκών άνεσης, δυναμικά φαινόμενα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως π.χ. η διακύμανση της ημερήσιας θερμοκρασίας. Με δυναμικές μεθόδους υπολογισμού μπορούν να εκτιμηθούν τα θερμικά φορτία για διάφορα συστήματα κελύφους, ώστε να επιλέγεται αυτό ή αυτά που εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου.

Τιμές αναφοράς και συνιστώμενες τιμές για την απόδοση των στοιχείων του κελύφους

Η θερμική απόδοση των ακόλουθων στοιχείων μπορεί να συγκριθεί με τις τιμές αναφοράς που περιέχονται στο **Παράρτημα 1**

- Κατακόρυφος εξωτερικός τοίχος
- Παράθυρα ή διαφανή στοιχεία
- Οροφή
- Δάπεδο

Τιμές αναφοράς για την αεροστεγανότητα του συνολικού κτιρίου περιλαμβάνονται επίσης στο **Παράρτημα 1**.

Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου

Οι δείκτες απόδοσης του κελύφους σχετίζονται με τις απαιτήσεις θερμικού φορτίου και φωτισμού των αντίστοιχων ενεργητικών συστημάτων, αλλά δεδομένου ότι απαιτούνται σχετικά σύνθετοι υπολογισμοί, στη διαδικασία καταγραφής μπορούν να γίνεται αναφορά στην ενεργειακή κατανάλωση των αντίστοιχων ενεργητικών συστημάτων.

Τα ακόλουθα δεδομένα μπορούν να συγκρίνονται με τις τιμές αναφοράς που περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα 2**:

- Κατανάλωση ηλεκτρισμού/καυσίμου ανά έτος και ανά τετραγωνικό μέτρο για θέρμανση, με βάση τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ εξωτερικού περιβάλλοντος και εσωτερικής θερμοκρασίας ρύθμισης (χρησιμοποιώντας βαθμοημέρες, γεωγραφική θέση κτιρίου κλπ).
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού/καυσίμου ανά έτος και τετραγωνικό μέτρο για ψύξη
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά έτος και τετραγωνικό μέτρο για φωτισμό

Δείκτες άνεσης

Στην εκτίμηση του επιπέδου άνεσης που εξασφαλίζει το κτίριο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κάτωθι μοντέλα:

- Το μοντέλο που προτάθηκε αρχικά από τον Fanger ή PMV – Predicted Mean Vote
- Το μοντέλο που λαμβάνει υπόψη την προσαρμογή των χρηστών του κτιρίου στις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες (ιδιαίτερα χρήσιμο για τις θερινές περιόδους)

Στο πρώτο μοντέλο η βέλτιστη εσωτερική θερμοκρασία σε ένα κτίριο (αυτή την οποία οι χρήστες χαρακτηρίζουν ως θερμοκρασία άνεσης), συσχετίζεται αποκλειστικά με τις παραμέτρους που αφορούν στις εσωτερικές συνθήκες (όπως θερμοκρασία και ταχύτητα αέρα, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των επιφανειών, υγρασία), με το βαθμό ένδυσης και με τον μεταβολικό ρυθμό των ενοίκων.

Η συσχέτιση γίνεται με τεστ των ενοίκων σε κλειστά ελεγχόμενα δωμάτια και βασικά περιγράφει ένα μικρό εύρος θερμοκρασιών που εφαρμόζονται ομοιόμορφα στο χώρο και στο χρόνο.

Το δεύτερο μοντέλο προτείνει συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας άνεσης για τους ενοίκους με τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (ή πιο συγκεκριμένα με τη μέση θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα για χρονική περίοδο μερικών ημερών). Σκοπός είναι να τεκμηριωθεί η διαδικασία προσαρμογής του σώματος και ο μεταβολικός ρυθμός στις αλλαγές του κλίματος και ότι η θερμοκρασία που αναφέρεται ως θερμοκρασία άνεσης από τους ενοίκους ενός κτιρίου ποικίλει αναλόγως των εποχών και της γεωγραφικής θέσης. Η συσχέτιση μελετάται επί τόπου, με τους ενοίκους του κτιρίου και οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι θερμοκρασίες άνεσης είναι μεγαλύτερου εύρους από αυτές που προκύπτουν από το μοντέλο του Fanger, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο.

Το μοντέλο επιτρέπει ευκολότερη ένταξη τεχνολογιών παθητικής ψύξης. Επομένως συνιστάται η χρήση του για τον υπολογισμό των δεικτών αισθήματος άνεσης που επιτυγχάνεται από το κέλυφος του κτιρίου ή διαφορετικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα δύο μοντέλα ούτως ώστε να δοθούν περισσότερες πληροφορίες στους ιδιοκτήτες και στους χρήστες του κτιρίου.

3. Εκτίμηση τεχνικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας

Αναλόγως της κλιματικής συνθήκης, της υφιστάμενης κατάστασης και των συνθηκών λειτουργίας του κτιρίου, η ενεργειακή απόδοση του συστήματος του κελύφους μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή των ακόλουθων μέτρων:

- α. Έλεγχος των θερμικών απωλειών και κερδών από τις διαφανείς επιφάνειες με χρήση κατάλληλων πλαισίων και υαλοπινάκων.
- β. Βελτίωση της θερμομόνωσης τοίχων, οροφών και δαπέδων με χρήση μονωτικών υλικών μεγαλύτερου πάχους.
- γ. Βελτίωση της θερμομόνωσης όλου του κτιρίου με εφαρμογή διπλού κελύφους στις όψεις (διαφανούς ή αδιαφανούς το οποίο είναι ευκολότερο στο σχεδιασμό του και τον έλεγχό του)
- δ. Έλεγχος θερμικών κερδών από τις διαφανείς επιφάνειες με χρήση κατάλληλων συστημάτων σκιασμού.
- ε. Μείωση της αεροπερατότητας του κελύφους (μέσω των πλαισίων των ανοιγμάτων, μέσω ρωγμών και μέσω των συνδετικών στοιχείων των διαφόρων τμημάτων του κελύφους).
- ζ. Μείωση του ύψους των χώρων και της διαστρωμάτωσης του αέρα (σε κλίματα όπου κυριαρχούν οι ανάγκες ψύξης).
- η. Σχεδιασμός και έλεγχος των ανοιγμάτων ώστε να επιτρέπουν τον αερισμό και να μειώνουν τις απώλειες θέρμανσης / ψύξης (στην περίπτωση μηχανικού αερισμού, να γίνεται ανάκτηση θερμότητας από τον εξερχόμενο αέρα).
- θ. Έλεγχος των θερμικών κερδών από τις αδιαφανείς επιφάνειες με αλλαγή της ανακλαστικότητας του εδάφους.
- ι. Χρήση βλάστησης για τον σκιασμό των επιφανειών κατά τη θερινή περίοδο και για τη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας του άμεσου περιβάλλοντος του κτιρίου, μέσω της εξατμιστικής ψύξης και της διαπνοής.

Ο βέλτιστος συνδυασμός¹ διαφόρων μέτρων οδηγεί και στη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Η βελτίωση της θερμικής απόδοσης μεμονωμένων στοιχείων θα πρέπει να συνοδεύεται από ομοιόμορφη θερμομόνωση του κελύφους ώστε να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες.

Η θερμομόνωση είναι θεμελιώδης παράμετρος σε κλίματα όπου κυριαρχούν οι ανάγκες θέρμανσης, αλλά αποτελεί πλεονέκτημα και σε κλίματα όπου κυριαρχούν ψυκτικές ανάγκες, παρότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με το συνδυασμό θερμομόνωσης και θερμικής ικανότητας και με την εξασφάλιση φυσικού αερισμού και συστημάτων σκιασμού.

¹ Η διερεύνηση του βέλτιστου συνδυασμού μέτρων απαιτεί πάντοτε τη συμμετοχή ειδικού

α. Υαλοπίνακες

Όλα τα διαφανή συστήματα που αποτελούν μέρος του κτιριακού κελύφους απαιτείται να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (σε συνδυασμό με κατάλληλο συντελεστή φωτοδιαπερατότητας, και ανακλαστικότητας, ώστε να αποφεύγεται η μείωση του φυσικού φωτισμού).

Τα ανακλαστικά συστήματα υαλοπινάκων (με επικάλυψη low-e) μπορούν να εξασφαλίσουν συντελεστές θερμομόνωσης παρόμοιους με αυτούς των αδιαφανών στοιχείων (αυτά τα συστήματα έχουν ενταχθεί ήδη στους κανονισμούς και εφαρμόζονται στις βόρειες χώρες). Τα συστήματα υαλοπινάκων και οι διαφανείς όψεις είναι πολύ σημαντικά στοιχεία του κελύφους γιατί επιτρέπουν την άμεση είσοδο φυσικού φωτισμού και ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών. Οι υαλοπίνακες νέας τεχνολογίας με ειδική επεξεργασία, μπορούν να επιτρέπουν την είσοδο ηλιακής ακτινοβολίας στο ορατό μέρος του φάσματος ώστε να εξασφαλίζουν επαρκή φυσικό φωτισμό και μειωμένα θερμικά κέρδη.

Οι κύριες παράμετροι για την επιλογή κατάλληλων υαλοπινάκων είναι:

- **Συντελεστής Θερμοπερατότητας U:** Η θερμική ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας, η οποία μεταδίδεται εντός / εκτός του κτιρίου και οφείλεται στη θερμοκρασιακή διαφορά ανά βαθμό (W/m^2K). Χαμηλές τιμές U εξασφαλίζουν σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο.
- **Συντελεστής ηλιακής ενέργειας g:** ο λόγος της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας προς την ενέργεια που μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Χαμηλές τιμές g εξασφαλίζουν μείωση των ηλιακών κερδών.
- **Συντελεστής Φωτοδιαπερατότητας T_v:** το ποσοστό της προσπίπτουσας φωτεινής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο κτίριο. Υψηλές τιμές εξασφαλίζουν υψηλές στάθμες φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους

Τυπικές τιμές των ενεργειακών χαρακτηριστικών υαλοπινάκων δίδονται στο **Παράρτημα 3**.

Μονοί και διπλοί υαλοπίνακες

Εξ αιτίας της σχετικά υψηλής αγωγιμότητας του γυαλιού, ανοίγματα με μονό φύλλο υαλοπίνακα αποτελούν ιδιαίτερα αδύναμα σημεία στη θερμομόνωση του κτιρίου. Επίσης, ένα άνοιγμα με μονό υαλοπίνακα παρέχει πολύ μειωμένη προστασία από εξωτερικούς θορύβους. Για τους ανωτέρω λόγους σε πολλές περιπτώσεις οι μονοί υαλοπίνακες έχουν ήδη αντικατασταθεί με διπλούς. Το διάκενο μεταξύ των δύο φύλλων μειώνει τη θερμοπερατότητα τουλάχιστον κατά το ήμισυ. Επιπλέον, το κλειστό διάκενο επιτρέπει τη χρήση 'επικαλυπτικών στρώσεων' χαμηλής εκπομπής και/ή με επιλεκτικές ιδιότητες, σε ένα από τα δύο φύλλα, καθώς και τη χρήση αερίων πλήρωσης χαμηλής αγωγιμότητας, τα οποία βελτιώνουν σημαντικά την απόδοση του συστήματος των υαλοπινάκων.

Θερμοανακλαστικοί υαλοπίνακες

Οι διπλοί ανακλαστικοί υαλοπίνακες συνήθως αποτελούνται από ένα εξωτερικό διαφανές φύλλο υαλοπίνακα και ένα εσωτερικό φύλλο που φέρει ειδική επικάλυψη με ιδιότητες χαμηλής εκπομπής στην υπέρυθρη ακτινοβολία, με την επιφάνεια που φέρει την επικάλυψη τοποθετημένη προς το διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων (οι επικαλύψεις απαιτούν προστασία και πρέπει να τοποθετούνται πάντοτε προς το διάκενο). Οι επικαλυπτικές στρώσεις μειώνουν τη θερμική ανταλλαγή δι' ακτινοβολίας μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και έτσι επιτυγχάνεται μείωση της θερμοπερατότητας κατά περίπου 40%. Πρόσθετη μείωση της τάξης του περίπου 20% μπορεί να επιτευχθεί με πλήρωση του διακενου με μείγμα αέρα και ευγενών αερίων, όπως Αργόν ή Κρυπτόν, το οποίο έχουν χαμηλότερη αγωγιμότητα από τον αέρα.

Υαλοπίνακες έλεγχου ηλιακής ακτινοβολίας

Συνήθως αποτελούνται από ένα εξωτερικό φύλλο υαλοπίνακα με ανακλαστική επικάλυψη και ένα εσωτερικό διαφανές φύλλο υαλοπίνακα. Η επιφάνεια που φέρει την επικάλυψη τοποθετείται προς το εξωτερικό περιβάλλον ή προς το διάκενο αναλόγως της διαδικασίας τοποθέτησης του επικαλυπτικού υλικού. Η λειτουργία αυτού του τύπου της επικάλυψης είναι να ανακλά την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Η εφαρμογή αυτού του τύπου υαλοπινάκων μπορεί να έχει ως συνέπεια την μείωση του εισερχόμενου φυσικού φωτισμού και την αύξηση της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού.

Επομένως, για τη μείωση των θερμικών κερδών κατά τη διάρκεια του θέρους, τα καταλληλότερα προϊόντα είναι οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες οι οποίοι ανακλούν το μεγαλύτερο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας αλλά επιτρέπουν την είσοδο της φωτεινής ακτινοβολίας.

Οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες είναι οικονομικά αποδοτικοί (περίοδος αποπληρωμής μικρότερη των 10 ετών) εάν εφαρμοστούν σε κτίρια με μεγάλο ψυκτικό φορτίο, σε θερμά κλίματα και εφόσον συνδυαστούν με συστήματα έλεγχου του φυσικού φωτισμού. Ο βαθμός επιλεκτικότητας μπορεί να εξαχθεί από το λόγο του Συντελεστή

Φωτοδιαπερατότητας προς τον Συντελεστή ηλιακής ενέργειας T_n/g . Οι ψηλότερες τιμές 'επιλεκτικότητας' επιτυγχάνονται με επικάλυψη με λεπτή στρώση από ψήγματα μετάλλων, η οποία συνδυάζεται με χαμηλή εκπομπή στην υπέρυθη ακτινοβολία (FIR και NIR). Οι υαλοπίνακες αυτές είναι οικονομικά αποδοτικοί ακόμη και στα ψυχρά κλίματα, δεδομένου ότι μειώνουν τα ψυκτικά φορτία κατά τη θερινή περίοδο και τα θερμικά φορτία κατά τη χειμερινή περίοδο. Αντιθέτως, οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες δεν συνιστάται να χρησιμοποιούνται σε κτίρια που παρουσιάζουν μόνο ανάγκες θέρμανσης.

Άλλοι τύποι υαλοπινάκων

Τριπλά συστήματα υαλοπινάκων και διπλά παράθυρα, βελτιώνουν επίσης τη θερμομόνωση, με μόνο μειονέκτημα το μεγάλο τους πάχος. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ένα σύστημα διπλών υαλοπινάκων με επίστρωση low-e παρουσιάζει καλύτερη θερμική απόδοση από ένα τριπλό σύστημα στο οποίο τα φύλλα των υαλοπινάκων είναι απλά διαφανή.

Ένα πολύ λεπτό και φωτοδιαπερατό μονωτικό προϊόν είναι το σύστημα διπλών υαλοπινάκων με κενό αέρος, αν και δεν είναι διαδεδομένη η εφαρμογή του στην Ευρώπη.

Εφαρμογή φιλμ ελέγχου της ακτινοβολίας σε υφιστάμενους υαλοπίνακες

Η αντικατάσταση των υαλοπινάκων μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση διαφανών φιλμ τα οποία εφαρμόζονται στην εσωτερική (τα φιλμ low-e) ή στην εξωτερική επιφάνεια του υαλοπίνακα. Αυτή η λύση είναι φθηνότερη από την αντικατάσταση των υαλοπινάκων αλλά φυσικά με χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση και μικρότερη διάρκεια ζωής.

Πλαίσια

Η θερμοπερατότητα του πλαισίου επηρεάζει τη γενική θερμοπερατότητα του συστήματος του ανοίγματος (U) αναλόγως της σχέσης πλαισίου και γυάλινης επιφάνειας. Λόγω της υψηλής θερμικής αγωγιμότητας των μεταλλικών στοιχείων, τα πλαστικά και τα ξύλινα πλαίσια παρουσιάζουν πάντοτε βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση, ακόμη και στην περίπτωση που τα μεταλλικά πλαίσια έχουν σχεδιαστεί με θερμοδιακοπή και παρουσιάζουν καλή οικονομική απόδοση. Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας πλαισίων δίδονται στο **Παράρτημα 3**.

β. Θερμοπερατότητα αδιαφανών επιφανειών

Η θερμοπερατότητα των αδιαφανών επιφανειών μπορεί να μειωθεί με βελτίωση της θερμομόνωσης, η οποία συνήθως επιτυγχάνεται με την εφαρμογή πρόσθετης στρώσης μονωτικού υλικού. Συνήθεις τύποι μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στα κτίρια είναι το Fiberglass, ο αφρός Πολυουραιθάνης, ο αφρός Πολυστερίνης, ο Πετροβάμβακας κ.ά.

Το φράγμα υδρατμών χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με τη μόνωση για την προστασία του μονωτικού υλικού από συμπύκνωση υδρατμών και ανάπτυξη μυκήτων. Το φράγμα υδρατμών πρέπει να τοποθετείται πάντοτε σε επαφή με τη θερμή πλευρά της μόνωσης, δηλ. σε ένα θερμαινόμενο κτίριο το φράγμα τοποθετείται μεταξύ της θερμαινόμενης επιφάνειας του κελύφους και της μόνωσης .

Μετά τον προδιορισμό των βασικών αδυναμιών της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους, συντάσσεται ένας κατάλογος με τυπικές δράσεις οι οποίες πρέπει να περιληφθούν στο γενικό πρόγραμμα ανακατασκευής του κτιρίου:

- Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας, με τοποθέτηση πρόσθετης θερμομόνωσης εξωτερικά
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας με τοποθέτηση πρόσθετης θερμομόνωσης στο διάκενο (εάν υπάρχει)
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας, με τοποθέτηση πρόσθετης θερμομόνωσης εσωτερικά
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας χώρων, της οποίας τμήματα βρίσκονται κάτω από τη στάθμη του εξωτερικού εδάφους, με τοποθέτηση θερμομόνωσης εσωτερικά
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας χώρων, της οποίας τμήματα βρίσκονται κάτω από τη στάθμη του εξωτερικού εδάφους, με τοποθέτηση θερμομόνωσης εξωτερικά
- Βελτίωση της θερμομόνωσης του δαπέδου (των τμημάτων που βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους)
- Τοποθέτηση μόνωσης σε τοίχους που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα
- Περιορισμός των θερμογεφυρών του κελύφους
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της οροφής με χρήση φράγματος ακτινοβολίας (λεπτό φύλλο ή επίστρωση υλικού υψηλής ανακλαστικότητας στην υπέρυθρη ακτινοβολία, συνήθως φύλλο αλουμινίου, το οποίο εφαρμόζεται στη μία ή και στις δύο πλευρές των υλικών του υποστρώματος)
- Βελτίωση της θερμομόνωσης της οροφής με δημιουργία αεριζόμενου διάκενου (αυτή η λύση σε συνδυασμό με φράγμα ακτινοβολίας δίνει καλύτερα αποτελέσματα)

γ. Θερμική μάζα

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό μέτρο και εφαρμόζεται κυρίως σε νέα κτίρια, αλλά σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να εφαρμοστεί και σε ανακαινιζόμενα. Η θερμική μάζα αποθηκεύει ενέργειας και μειώνει έτσι τις ημερήσιες και εποχιακές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας δεν γίνεται σε όλη τη θερμική μάζα, κατά τη διάρκεια των ημερήσιων θερμοκρασιακών μεταβολών και το πάχος της τοιχοποιίας που χρησιμεύει ως θερμική αποθήκη μπορεί να υπολογιστεί, π.χ. χρησιμοποιώντας τις μεθόδους UNI-CEN. Επίσης, η θερμική μάζα εξασφαλίζει χρονική υστέρηση –η χρονική διαφορά που παρατηρείται η μέγιστη θερμοκρασία μεταξύ της εξωτερικής και της εσωτερικής επιφάνειας. Είναι συνεπώς πολύ σημαντικό στοιχείο της στρατηγικής για μείωση τόσο των θερμικών απαιτήσεων κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, όσο και των απαιτήσεων ψύξης κατά τη διάρκεια του θέρους.

Η θερμική μάζα επηρεάζει τη θερμική άνεση, δεδομένου ότι επηρεάζει τη θερμοκρασία των επιφανειών και τη θερμοκρασία του αέρα (η θερμική άνεση των ενοίκων καθορίζεται και από τις δύο θερμοκρασίες και τον συνδυασμό τους).

Για να είναι αποτελεσματική, η θερμική μάζα θα πρέπει να είναι σε επαφή με το εσωτερικό περιβάλλον. Γι αυτό συνιστάται:

- Η θερμομόνωση να τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει μέρος του πάχους του τοίχου να είναι μεταξύ της θερμομόνωσης και του εσωτερικού αέρα (αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση της θερμομόνωσης στο ενδιάμεσο της διπλής τοιχοποιίας ή εξωτερικά)
- Να αποφεύγονται ψευδοροφές και ψευδοπατώματα, τα οποία δημιουργούν διάκενο αέρα μεταξύ της μάζας και του εσωτερικού περιβάλλοντος, απομονώνοντας έτσι, σε μεγάλο ποσοστό, τον εσωτερικό αέρα από τη θερμική μάζα.
- Επιπλέον, για να μπορεί η θερμική μάζα να αποθηκεύει, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τη θερμική ενέργεια που εισέρχεται στο κτίριο από τις διαφανείς επιφάνειες θα πρέπει να έχει επιφάνεια με υψηλό συντελεστή απορροφητικότητας.

δ. Διπλοκέλυφες όψεις

Οι διπλοκέλυφες και οι αεριζόμενες όψεις, σε νέα και σε υφιστάμενα κτίρια, είναι αποτελεσματικές στρατηγικές, τόσο σε ψυχρά όσο και σε θερμά κλίματα. Αυτά τα παθητικά συστήματα επηρεάζουν σημαντικά τον αερισμό, τα ηλιακά κέρδη και τις θερμικές απώλειες και συνεπώς πρέπει να σχεδιάζονται από ειδικούς και να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες κάθε κτιρίου.

Το δεύτερο κέλυφος μπορεί να είναι διαφανές ή αδιαφανές, αναλόγως με τις ανάγκες θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού του κτιρίου και το διάκενο μπορεί να είναι φυσικά ή

μηχανικά αεριζόμενο. Οι διαφανείς διπλές όψεις παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες στο σχεδιασμό και στη λειτουργία, για αυτό και η επιλογή αυτής της λύσης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Ένα απλό, φυσικά αεριζόμενο δεύτερο κέλυφος, που αποτελείται από στεγανό και θερμομονωμένο πανέλο και διπλά παράθυρα, μπορεί να είναι μια πολύ καλή εναλλακτική λύση για τη βελτίωση της θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας.

Οι διπλοκέλυφες όψεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την προστασία του κτιρίου από υπερθέρμανση. Το εξωτερικό κέλυφος παρέχει σκιασμό στο εσωτερικό κέλυφος, ενώ ο αερισμός του διάκενου απομακρύνει τη θερμική ενέργεια η οποία διαπερνά το εξωτερικό κέλυφος. Το ιδανικό σύστημα σ' αυτή την περίπτωση είναι ένα εξωτερικό κέλυφος μικρής μάζας με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας στην εξωτερική του επιφάνεια (για τη μείωση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας) και εσωτερική πλευρά με χαμηλή διαπερατότητα στην υπέρυθη ακτινοβολία (low-e) (για τη μείωση της θερμικής ανταλλαγής μεταξύ των δύο στοιχείων του διπλού κελύφους). Ο ελεύθερος χώρος που δημιουργείται μεταξύ των δύο στοιχείων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ένταξη κινητών συστημάτων σκιασμού αλλά και για την επίτευξη φυσικής κυκλοφορίας του αέρα με την ένταξη ανοιγμάτων μεταξύ του κτιρίου και του διάκενου.

ε. Διατάξεις σκιασμού

Για την παροχή αποτελεσματικής προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι σκιάστρων. Τα σκιάστρα απαιτούν κατάλληλο προσανατολισμό, διαστασιολόγηση και χωροθέτηση και μπορεί να παρέχουν προστασία σε όλη την εξωτερική τοιχοποιία όταν συνδυάζονται με τα υποστυλώματα, τους εξώστες και τους προβόλους.

Η απόδοση ενός σκιάστρου εκφράζεται με τον *Συντελεστή Σκίασης (S.C)*: ο λόγος g του παραθύρου / g του απλού υαλοπίνακα, όπου g είναι ο συντελεστής ηλιακής ενέργειας.

Τύποι σκιάστρων:

Κινητές διατάξεις: Έχουν το πλεονέκτημα της ελεγχόμενης λειτουργίας, είτε χειροκίνητης είτε αυτόματης, και της προσαρμογής της κλίσης τους αναλόγως της θέσης του ήλιου και άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Εσωτερικά σκιάστρα: Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα προστασίας. Τοποθετούνται εύκολα αλλά η κύρια λειτουργία τους είναι ο έλεγχος της στάθμης και της κατανομής του φωτισμού. Δεν είναι αποτελεσματικά ως προς τον έλεγχο των θερμικών φορτίων γιατί δεν αποτρέπουν της είσοδο ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο, αλλά εάν είναι κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυαστούν με κατάλληλους επιλεκτικούς υαλοπίνακες, σε κάποιες περιπτώσεις, παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας, παράλληλα με τον έλεγχο του φυσικού φωτισμού.

Τέτοιοι συνδυασμοί συνιστώνται στις περιπτώσεις που δεν μπορούν να εφαρμοστούν εξωτερικά συστήματα σκιασμού.

Εξωτερικά σκίαστρα: έχουν το πλεονέκτημα ότι αποτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο (όπως και όλες οι εξωτερικές διατάξεις) και συνεπώς είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στον έλεγχο του θερμικού περιβάλλοντος.

Πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υλικά χαμηλής θερμοχωρητικότητας με ανακλαστικές τελικές επιστρώσεις, ώστε να μειώνουν την ποσότητα της ενέργειας που αποθηκεύεται στη μάζα τους και ανακλάται προς το κτίριο. Συνιστάται, επίσης, να επιλέγονται συστήματα που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα μεταξύ των σκιάστρων και του παραθύρου, ώστε να απομακρύνεται η θερμότητα που απορροφάται από τα σκίαστρα.

Μερικοί τύποι εξωτερικών σκιάστρων μπορεί να παρουσιάζουν μειονεκτήματα ως προς τη συντήρηση και το χρόνο ζωής, αλλά διατίθενται στην αγορά συστήματα προηγμένης τεχνολογίας με υψηλή αντοχή στις ανεμοπιέσεις.

Σκίαστρα ενδιάμεσης τοποθέτησης: Πρόκειται για διατάξεις που επιτρέπουν την τοποθέτηση των σκιάστρων μεταξύ των δύο φύλλων των υαλοπινάκων. Αποτρέπουν την είσοδο της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας, αλλά επιτρέπουν επίσης της είσοδο ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο, με κατάλληλη κλίση. Έχουν μέση απόδοση όσον αφορά στη μείωση των ανεπιθύμητων θερμικών κερδών, δεδομένου ότι η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία στο διάκενο και μέρος αυτής μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο. Ένα πιθανό μειονέκτημα είναι η δημιουργία υδρατμών μεταξύ των δύο υαλοπινάκων κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Τέντες - κινητά πετάσματα: Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των σταθερών διατάξεων και την ευελιξία των κινητών.

Σταθερές διατάξεις: είναι διατάξεις ειδικά σχεδιασμένες για συγκεκριμένο κτίριο και είναι μικρότερης ευελιξίας από τις κινητές. Απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό τους γιατί μπορεί να περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη σε περιόδους που είναι επιθυμητά. Για τον καθορισμό των βέλτιστων γεωμετρικών χαρακτηριστικών, ώστε να εξασφαλίζεται σκιασμός κατά τη θερινή περίοδο χωρίς μείωση των ηλιακών κερδών κατά το χειμώνα, υπάρχουν στη διάθεση των μελετητών διαγράμματα και εξειδικευμένα λογισμικά.

Προεξοχές - Πρόβολοι: Είναι πολύ διαδεδομένα συστήματα στις περιοχές με θερμό κλίμα. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα τους είναι ότι, εάν τοποθετηθούν σωστά, επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας όταν ο ήλιος είναι χαμηλά (το χειμώνα) και την αποτρέπουν το καλοκαίρι (αποτρέπουν επίσης και μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας). Ο κύριος περιορισμός τους είναι ότι είναι κατάλληλα μόνο για νότια ανοίγματα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δέχονται ακτινοβολία χαμηλού ύψους ήλιου, επομένως απαιτούν άλλα (κατακόρυφα) συστήματα προστασίας.

Ανακλαστικές διατάξεις (ράφια) φωτισμού: Είναι ένα πολύ αποτελεσματικό σύστημα το οποίο μπορεί να συνδυάσει έλεγχο του φυσικού φωτισμού και σκίασμό. Είναι οριζόντιες ανακλαστικές επιφάνειες που τοποθετούνται στο ψηλότερο τμήμα και μέσα στα ανοίγματα ή ακριβώς έξω από αυτά. Με κατάλληλη τοποθέτηση τους και συνδυασμό τους με τους προβόλους μπορούν να σκιάσουν μεγάλο τμήμα του ανοίγματος και παράλληλα να επιτρέπουν στο φυσικό φως να διεισδύει στις βαθύτερες ζώνες του χώρου, μέσω ανακλάσεων μεταξύ της ανακλαστικής διάταξης και της οροφής του χώρου.

Περσίδες: Παρόλο που οι περσίδες χρησιμοποιούνται συνήθως ως σταθερές διατάξεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως κινητές. Εάν είναι κινητές, αποτρέπουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία (και μερικώς τη διάχυτη), ενώ επιτρέπουν την είσοδο της κατά τη χειμερινή περίοδο. Όταν είναι σταθερές παρέχουν επίσης ασφάλεια. Βέβαια, μπορεί να παρουσιάσουν το μειονέκτημα του περιορισμού της θέας και να αυξήσουν την απαίτηση για τεχνητό φωτισμό. Επίσης, όπως μπορεί να συμβεί με όλες τις εξωτερικές διατάξεις, η συντήρησή τους μπορεί να είναι δύσκολη εάν δεν έχει προβλεφθεί σύστημα πρόσβασης στη φάση του σχεδιασμού του κτιρίου.

Επίσης, οι περσίδες μπορεί να επηρεάζουν τη ροή του αέρα (είτε να διευκολύνουν είτε να εμποδίζουν το φυσικό αερισμό), αναλόγως της γεωμετρίας τους, της κλίσης τους και του άμεσου περιβάλλοντος του κτιρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι περσίδων. Κάποιοι έχουν ειδικό ανακλαστικό σχήμα το οποίο αποτρέπει την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία μεγάλης γωνίας, αλλά ανακλούν την ακτινοβολία μικρής γωνίας προς τη οροφή του χώρου (αυξάνοντας έτσι τον εισερχόμενο φυσικό φωτισμό και εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας και συνθήκες άνεσης)

ζ. Αεροστεγανότητα

Η μείωση της αεροπερατότητας μπορεί να συνεισφέρει έως και 20% στην εξοικονόμηση ενέργειας, σε κλίματα που κυριαρχούν οι ανάγκες θέρμανσης. Τα παράθυρα και οι πόρτες αποτελούν συνήθως τα αδύνατα σημεία του κελύφους και απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό, καθώς και τα συνδετικά στοιχεία του σκελετού του κτιρίου και της τοιχοποιίας.

η. Μείωση του ύψους του χώρου

Η μείωση του ύψους του χώρου μειώνει τη διαστρωμάτωση του αέρα. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση του όγκου του αέρα που απαιτείται να θερμανθεί κατά τη χειμερινή περίοδο.

θ. Σχεδιασμός και έλεγχος των ανοιγμάτων

Μέτρα που μπορούν να συνεισφέρουν στο έλεγχο του αερισμού (οριζόντιου και κατακόρυφου) και στην εξοικονόμηση ενέργειας:

- Έλεγχος ανοίγματος θυρών και παραθύρων (χειροκίνητος ή αυτόματος)
- Κατάλληλος σχεδιασμός των παραθύρων για εξασφάλιση αερισμού
- Έλεγχος του ανοίγματος των θυρών μεταξύ ζωνών με διαφορετικές θερμοκρασίες ρύθμισης
- Χρήση κλιμακοστασίων και αιθρίων για κατακόρυφο αερισμό

Επίσης, στη φάση του σχεδιασμού του κτιρίου, μπορεί να υιοθετηθεί ο διαχωρισμός της λειτουργίας τμημάτων των ανοιγμάτων ώστε να εξασφαλίζεται αερισμός αλλά και ασφάλεια των χώρων, μέσω της τοποθέτησης προστατευτικών μεταλλικών πλεγμάτων, καθώς και η προσθήκη ανοιγμάτων για παροχή επιπλέον φυσικού φωτισμού, παράλληλα με τα υπόλοιπα ανοίγματα.

ι. Ανακλαστικότητα εξωτερικών επιφανειών (albedo)

Η ανακλαστικότητα των εξωτερικών επιφανειών είναι θεμελιώδες χαρακτηριστικό και μπορεί σχετικά εύκολα να διαφοροποιηθεί με απλή επεξεργασία των επιφανειών, όπως η εφαρμογή ανακλαστικής βαφής στην οροφή του κτιρίου και στους εξωτερικούς τοίχους. Albedo (ή ανακλαστικότητα) είναι η ικανότητα της επιφάνειας να ανακλά την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1.

Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, σε θερμά κλίματα, είναι εκτεταμένη η χρήση εξωτερικών λευκών επιφανειών (π.χ. στην περιοχή της Μεσογείου). Οι λευκές οροφές και οι λευκοί τοίχοι απορροφούν μικρότερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας από τις σκουρόχρωμες επιφάνειες. Η βιομηχανική έρευνα έχει δώσει προϊόντα βαφής σκούρων αποχρώσεων που εφαρμόζονται για τη δημιουργία 'ψυχρών' οροφών και ανακλούν την υπέρυθη ακτινοβολία η οποία αντιστοιχεί στο ήμισυ της ενέργειας του ηλιακού φωτός. Οι 'ψυχρές' οροφές και τοίχοι ανακλούν μεγαλύτερο ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε σύγκριση με τις συμβατικές επιφάνειες, εξασφαλίζοντας έτσι χαμηλότερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό των κτιρίων, με συνέπεια τη μείωση της χρήσης ενέργειας για κλιματισμό και τη μείωση του φαινομένου της 'θερμής νήσου' στις αστικές περιοχές. Εάν το κτιριακό κέλυφος είναι καλά μονωμένο και η θερμομόνωση είναι τοποθετημένη εξωτερικά, τα θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα προέρχονται μόνο από τα ανοίγματα. Συνεπώς, οι επιφάνειες υψηλής ανακλαστικότητας δεν επιβαρύνουν τη χειμερινή λειτουργία.

ι. Χρήση φύτευσης

Η εξωτερική φύτευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μερικό σκιασμό των κτιριακών όψεων και για τη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες. Τα φυτά απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν υδρατμούς, με αποτέλεσμα να ψυχραίνουν τον αέρα στο άμεσο περιβάλλον.

Είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί φύτευση για τη δημιουργία 'πράσινων' οροφών και όψεων: το έδαφος και τα φυτά που καλύπτουν την επιφάνεια του κτιρίου παρέχουν θερμομόνωση και αυξάνουν τη θερμοχωρητικότητα. Έχουν συνεπώς πολύ θετική επίδραση σε κλίματα με ψηλές απαιτήσεις ψύξης.

Χρησιμοποιούνται κυρίως φυλλοβόλα φυτά, ώστε να επιτρέπουν τα θερμικά κέρδη κατά τη χειμερινή περίοδο. Για τη δημιουργία διάκενου μεταξύ της τοιχοποιίας και της φύτευσης, ώστε να εξασφαλίζεται αερισμός αλλά και προστασία των επιφανειών από την ανάπτυξη των φυτών, χρησιμοποιούνται μεταλλικά πλέγματα για τη στήριξη των αναρριχόμενων φυτών, σε απόσταση 30-40 εκ. από την τοιχοποιία.

4. Σχέδιο Δράσης

Το Σχέδιο Δράσης της επιχείρησης για το κέλυφος, όπως προτείνεται στο Παράρτημα 4, πρέπει να προσδιορίζει:

- τα μέτρα που έχει αποφασίσει να εφαρμόσει
- το χρονοδιάγραμμα της εφαρμογής
- την αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας²
- την υπολογιστική μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της αναμενόμενης εξοικονόμησης
- τους λόγους για την εξαίρεση των άλλων μέτρων

Το Σχέδιο Δράσης για τα συστήματα του κελύφους υποβάλλεται στο GreenBuilding. Μετά την έγκρισή του η επιχείρηση αναγνωρίζεται ως Μέλος του GreenBuilding.

5. Έκθεση

Η έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα από τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν βάσει του Σχεδίου Δράσης. Σχέδιο έκθεσης δίδεται στο Παράρτημα 5. Οι δύο αριστερές στήλες είναι η επανάληψη του Σχεδίου Δράσης.

² Η εκτίμηση της αναμενόμενης εξοικονόμησης μπορεί να γίνει λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, εάν αυτά δεν πρόκειται να δεχθούν επεμβάσεις κατά την περίοδο που γίνεται η έκθεση του έργου. Εάν πρόκειται να γίνουν επεμβάσεις σ' αυτά, τότε πρέπει να προηγηθεί άλλο Σχέδιο Δράσης με τις επεμβάσεις για την αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και στη συνέχεια να εκτιμηθεί η ενεργειακή αλληλεπίδραση. Εάν δεν υπάρχουν συστήματα θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, η ισοδύναμη αναμενόμενη εξοικονόμηση μπορεί να υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη ένα θεωρητικό σύστημα που παρέχει θέρμανση, ψύξη και φωτισμό το οποίο μπορεί να εξασφαλίζει τα ίδια επίπεδα θερμικής και οπτικής άνεσης που αναμένεται να προκύψουν από τις σχεδιαζόμενες επεμβάσεις στο κέλυφος. Για τον υπολογισμό της θεωρητικής κατανάλωσης, τυπικές τιμές απόδοσης αυτών των συστημάτων θα ληφθούν με βάση τα εθνικούς κανονισμούς ή τα standards της αγοράς.

Παράρτημα 1: Τιμές αναφοράς για την απόδοση των στοιχείων του κελύφους

Πίνακας 1.1

Τιμές αναφοράς για τη θερμοπερατότητα των στοιχείων του κελύφους³

Τιμές U - W/(m ² K)			
Στοιχεία:	Παθητικά κτίρια Κτίρια χαμηλής κατανάλωσης	Αυστηρά πρότυπα (Βόρεια & Κεντρική Ευρώπη)	Ήπια πρότυπα (Νότια Ευρώπη)
Εξωτερικοί τοίχοι	U < 0.15	0.15 < U < 0.4	0.4 < U < 0.65
Παράθυρα/Πόρτες	U < 0.7*	1.25 < U < 2.5	2.5 < U < 3.25
Οροφές	U < 0.15	0.22 < U < 0.45	0.45 < U < 0.9
Δάπεδο/υπόγειο	U < 0.15	0.15 < U < 0.4	0.4 < U < 0.65
* για διαφανή στοιχεία (0.15 για αδιαφανή στοιχεία)			

Οι τυπικές τιμές U των στοιχείων του κελύφους διακρίνονται σε δύο ομάδες (Αυστηρά και Ήπια πρότυπα), όπου η διάκριση αντιστοιχεί στις βόρειες / κεντρικές και στη νότιες ευρωπαϊκές χώρες (με μερικές εξαιρέσεις, όπως το Βέλγιο, το οποίο ανήκει στη δεύτερη). Οι τιμές U του πίνακα δεν ανταποκρίνονται στα αντίστοιχα εθνικά πρότυπα των χωρών, αλλά είναι τιμές που εφαρμόζονται συνήθως για να εξασφαλιστεί καλή ενεργειακή απόδοση. Η εξοικονόμηση που οφείλεται στη βελτίωση της θερμοπερατότητας είναι ανάλογη με την επιφάνεια του στοιχείου και με τις Βαθμομημέρες Θέρμανσης

$$Q_{\text{εξοικονομούμενη}} \propto (U_{\text{υφιστάμενη}} - U_{\text{βελτιωμένη}}) \cdot A \cdot HDD.$$

Πρέπει να επισημανθεί ότι συνιστώνται ομοιόμορφες τιμές U για την επιφάνεια του κελύφους, ώστε να επιτυγχάνονται προσθετικά οφέλη και να αποφεύγονται θερμογέφυρες ή προβλήματα άνεσης που προκύπτουν από εσωτερική ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας.

³ 'TEBUC – Towards a European Building' Τελική έκθεση. Έργο που χρηματοδοτήθηκε από την ΓΔ TREN της ΕΕ στο πλαίσιο του Προγράμματος SAVE (Αρ. Συμβολαίου C/4.1031/C00-018/2000 – ENPER-TEBUC) 01/04/2001 – 30/09/2002

Πίνακας 1.2
Τιμές αναφοράς για την αεροστεγανότητα του συνολικού κελύφους⁴

Τιμές Αεροστεγανότητας - $m^3 / hr \cdot m^2$ σε 50 Pa διαφορική πίεση			
Τύποι κτιρίων:	Βέλτιστη τιμή*	Κανονική*	Τυπική**
Γραφεία – Με φυσικό αερισμό	-	10	21.8
Γραφεία – Με κλιματισμό / χαμηλής κατανάλωσης	3	5	
Εργοστάσια - Αποθήκες	-	10	35.9
Πολυκαταστήματα	3	5	
Μουσεία - Αρχαία	1.4	2	
Ψυκτικοί χώροι	0.5	1	
Κατοικίες	5	10	
* Συνιστώμενες τιμές και Κανονισμοί για νέα κτίρια, στο HB			** μέση τιμή στο HB

Καθορισμός μέγιστων τιμών Αεροστεγανότητας για διάφορες χρήσεις κτιρίων στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Η Αεροστεγανότητα ορίζεται ως ο βαθμός διαρροής αέρα (m^3 / hr) ανά τ.μ. της επιφάνειας του κτιριακού κελύφους, όταν η διαφορική πίεση είναι 50 Pascal ⁵.

⁴ Πηγή: BSRTA 'Air Tightness Specification' 10/98, περισσότερα στοιχεία στη διεύθυνση <http://www.bsria.co.uk>.

⁵ Η διαδικασία ελέγχου καθορίζεται στο Κεφάλαιο L2 – CIBSE Technical Memorandum 23 (TM23)

Παράρτημα 2: Τιμές αναφοράς για την ενεργειακή απαίτηση του κτιρίου

Πίνακας 2.1 Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων γραφείων στο ΗΒ⁶

Τελική 7 ενεργειακή κατανάλωση kWh/m ² y	ΤΥΠΟΣ 1		ΤΥΠΟΣ 2		ΤΥΠΟΣ 3		ΤΥΠΟΣ 4	
	Βελτιωμένο	Τυπικό	Βελτιωμένο	Τυπικό	Βελτιωμένο	Τυπικό	Βελτιωμένο	Τυπικό
Θέρμανση και ΖΝΧ	79	151	79	151	97	178	107	201
Ψύξη	0	0	1	2	14	31	21	41
Ανεμιστήρες, Αντλίες, Συστήματα ελέγχου	2	6	4	8	30	60	36	67
Εφύγραση	0	0	0	0	8	18	12	23
Φωτισμός	14	23	22	38	27	54	29	60
Εξοπλισμός Γραφείου	12	18	20	27	23	31	23	32
Μαγείρεμα, αέριο	0	0	0	0	0	0	7	9
ηλεκτρισμός	2	3	3	5	5	6	13	15
Άλλο	3	4	4	5	7	8	13	15
Η/Υ	0	0	0	0	14	18	87	105
Αέριο ή πετρέλαιο	79	151	79	151	97	178	114	210
Ηλεκτρική ενέργεια	33	54	54	85	128	226	234	358

Τα κτίρια γραφείων έχουν κατανομηθεί σε 4 τυπολογίες:

Τύπος 1: Κτίρια Γραφείων με κλειστές γραφειακές μονάδες, με φυσικό αερισμό

- Απλά κτίρια, συνήθως μικρού μεγέθους και μερικές φορές προερχόμενα από μετατροπή κτιρίων κατοικίας.
- Το τυπικό μέγεθος ποικίλει από 100 τμ έως 3000 τμ

Τύπος 2: Κτίρια Γραφείων ανοιχτής διάταξης, με φυσικό αερισμό

- Μεγάλοι γραφειακοί χώροι open plan με μερικές κλειστές γραφειακές μονάδες και με χώρους ειδικής χρήσης.
- Το τυπικό μέγεθος ποικίλει από 500 τμ. έως 4000 τμ.

Τύπος 3: Τυπικά κτίρια Γραφείων με κλιματισμό

⁶ Πηγή: 'Energy consumption guide 19' Building Research Establishment Sustainable Energy Centre (BRESEC) – UK, 2002. <http://www.bre.co.uk/breacu/>

⁷ Οι kWh θέρμανσης για τελική χρήση και οι kWh ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ. Για τη μετατροπή σε πρωτογενή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παράγον 1 για τη θερμική ενέργεια και ο παράγον 3 ($1\text{kWh}_e = 3\text{kWh}_t$) ή ο αντίστοιχος εθνικός συντελεστής για την ηλεκτρική ενέργεια.

- Μεγάλα κτίρια ειδικά σχεδιασμένα για κτίρια γραφείων
- Το τυπικό μέγεθος ποικίλει από 2000 τμ. έως 8000 τμ.

Τύπος 4: Ειδικά κτίρια Γραφείων με κλιματισμό

- Μεγάλα κτίρια ειδικά σχεδιασμένα για κτίρια γραφείων
- Το τυπικό μέγεθος ποικίλει από 4000 τμ. Έως 20000 τμ.

Για την κατανάλωση για Θέρμανση και Ψύξη απαιτείται διόρθωση των τιμών με βάση τις κλιματικές συνθήκες π.χ. Βαθμομέρες Θέρμανσης και Βαθμομέρες Ψύξης. Οι τιμές αναφοράς για κατανάλωση για Θέρμανση του Πίνακα 2.1 πρέπει να διαιρεθούν με τις μέσες Βαθμομέρες Θέρμανσης του ΗΒ και να συγκριθούν με τις Βαθμομέρες Θέρμανσης της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο (μέσες τιμές για διάφορες χώρες δίδονται στον Πίνακα 2.2, αλλά εάν οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο διαφέρουν πολύ από τον μέσο όρο της χώρας, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τοπικά κλιματικά δεδομένα). Η ίδια διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την κατανάλωση για Ψύξη.

Πίνακας 2.2 Μέσες Βαθμομέρες Θέρμανσης Ευρωπαϊκών χωρών⁸

Βαθμομέρες Θέρμανσης σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες															
	Αυστρία	Βέλγιο	Δανία	Φινλανδία	Γαλλία	Γερμανία	Ελλάδα	Ιρλανδία	Ιταλία	Λουξεμβούργο	Ολλανδία	Πορτογαλία	Ισπανία	Σουηδία	ΗΒ
HDD	406 8	325 9	319 1	597 8	285 0	384 5	171 1	297 9	223 4	325 9	355 0	180 0	160 0	435 5	321 0
Μέσες τιμές χώρας (εσωτερική θερμοκρασία ρύθμισης: 20 ⁰ C)															

⁸ Πηγή: MURE (A comparison of thermal Building Regulations in European Union) βάση δεδομένων εθνικών κανονισμών θερμομόνωσης, έργο που χρηματοδοτήθηκε απο το Πρόγραμμα SAVE – ΕΕ, 1999

Παράρτημα 3: Τυπικές τιμές ενεργειακής απόδοσης κοινών και βελτιωμένων συστημάτων παραθύρων

Πίνακας 3.1 Τυπικές τιμές θερμικών και οπτικών ιδιοτήτων υαλοπινάκων:

Υαλοπίνακες	U c.o.g. W/(m ² K)	g	τ _v	LSG
Απλός διαφανής υαλοπίνακας (3mm)	5.9	89%	90%	1.0
Διπλός διαφανής (6mm +12mm διάκενο + 6mm απλός υαλοπίνακας)	2.6	75%	81%	1.1
Θερμοανακλαστικός διπλός (6mm +12mm διάκενο με αέρα + 6mm low-e υαλοπίνακας)	1.5	58%	71%	1.2
Θερμοανακλαστικός διπλός (6mm +16mm Αργόν στο διάκενο+ 6mm low-e υαλοπίνακας)	1.1	56%	71%	1.3
Solar control διπλός με 'soft coating' (6mm επιλεκτικός υαλοπίνακας +16mm Αργόν στο διάκενο + 6mm απλός υαλοπίνακας)	1.1	31%	54%	1.7
Solar control διπλός με 'hard coating' (6mm επιλεκτικός υαλοπίνακας +12mm διάκενο αέρα + 6mm απλός υαλοπίνακας)	2.6	46%	48%	1.0
Τριπλός υαλοπίνακας (6mm απλός υαλοπίνακας +16mm Αργόν στο διάκενο + 6mm low-e υαλοπίνακας)	0.6	36%	62%	1.7

Πίνακας 3.2 Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας πλαισίων:

Υλικό πλαισίου	U _f (W/m ² K)
Αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή	3,5
Πλαστικό	2,5
Ξύλο	1,7

U: Θερμοπερατότητα

G: Ηλιακός συντελεστής (ή συνολική διαπερατότητα στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία)

τ_v : Φωτοδιαπερατότητα

Παράρτημα 4: Σχέδιο Δράσης για το κτιριακό κέλυφος

Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας	Εφαρμοσιμότητα ⁽¹⁾	Ειδικές Δράσεις ⁽²⁾	% Κάλυψη	Χρονοδιάγραμμα	Αναμενόμενη εξοικονόμηση θέρμανσης (MWh/y)	Αναμενόμενη εξοικονόμηση ψύξης (MWh/y)	Αναμενόμενη εξοικονόμηση φωτισμού (MWh/y)
Βελτίωση Θερμομόνωσης							
Εντοπισμός και εξάλειψη θερμογεφυρών							
Βελτίωση θερμομόνωσης παραθύρων και διαφανών όψεων							
Προσθήκη νέου κελύφους							
.....							
Βελτίωση Αεροστεγανότητας							
Θυρών, παραθύρων, συνδετικών στοιχείων, τοιχοποιίας							
.....							
Μείωση ανεπιθύμητων θερμικών κερδών							
Με σταθερές ή κινητές διατάξεις σκιασμού							
Με ειδικούς υαλοπίνακες							
.....							
Εγκατάσταση / Αναβάθμιση συστημάτων ελέγχου							
Λειτουργίας ανοιγμάτων και σκιάστρων							
.....							
Τροποποίηση γεωμετρικών χαρακτηριστικών							
- Λόγος Όγκου/Επιφάνεια							
- Λόγος Διαφανών/Αδιαφανών επιφανειών							
.....							
Αποθήκευση Θερμότητας							
Χρήση Φύτευσης							

(1) **Εφαρμοσιμότητα.** Προσδιορίστε εμπόδια στην εφαρμογή, χρησιμοποιώντας έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους κωδικούς:

NA Μή εφαρμόσιμο για τεχνικούς λόγους

NP Μή αποδοτικό

NC Δεν εξετάζεται λόγω υψηλού κόστους αξιολόγησης

Εάν αυτό το πεδίο μείνει κενό, το μέτρο θεωρείται και εφαρμόσιμο και αποδοτικό

(2) **Ειδικές Δράσεις.** Διάφορες ειδικές δράσεις μπορούν να υιοθετηθούν για την εφαρμογή ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας, π.χ. η βελτίωση της θερμομόνωσης μπορεί να γίνει με τοποθέτηση εξωτερική, εσωτερική, ενδιάμεση, με διαφορετικά υλικά κλπ.

(3) **% Κάλυψη.** Ποσοστό του κελύφους στο οποίο θα εφαρμοστούν οι συγκεκριμένες δράσεις. Πρέπει να υπολογιστούν οι επιφάνειες των στοιχείων του κελύφους στα οποία θα πραγματοποιηθούν οι επεμβάσεις και η αναλογία σε σχέση με τη συνολική επιφάνεια. Επίσης, για την εφαρμογή διατάξεων ηλιοπροστασίας, πρέπει να δοθεί ο προσανατολισμός της επιφάνειας.

(4) **Χρονοδιάγραμμα.** Το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής των επεμβάσεων. Πρέπει να είναι συγκεκριμένη χρονική περίοδος ή συγκεκριμένες ημερομηνίες, ή μπορεί ο χρόνος εφαρμογής να εξαρτάται από άλλες δράσεις.

(5) **Αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας** σε MW/έτος (πρωτογενούς ενέργειας). Μπορεί να γίνει εκτίμηση βάσει κοινά αποδεκτών εκτιμητικών μεθόδων ή να πραγματοποιηθεί ανάλυση με προσομοιωτικά μοντέλα από ειδικευμένους συμβούλους. Αρνητικές τιμές μπορεί να προκύψουν για δράσεις που πιθανόν να αυξήσουν κάποια επί μέρους κατανάλωση, ενώ το συνολικό αποτέλεσμα είναι θετικό.

Παράρτημα 5: Σχέδιο έκθεσης για το κτιριακό κέλυφος

Εγκεκριμένο Σχέδιο Δράσης		Έκθεση έτους 20xx
Δράσεις για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης	Χρονοδιάγραμμα πραγματοποίησης δράσεων	Πρόοδος έργου, ως ποσοστό, και σχόλια όπου απαιτείται (1)
Προσθήκη θερμομόνωσης Δράση 1		
Δράση 2		
Βελτίωση Αεροσταγανότητας		
Μείωση ανεπιθύμητων θερμικών κερδών		

- (1) Το ποσοστό μπορεί να αναφέρεται σε ένα δείκτη, όπως η αναλογία του συστήματος στο σύνολο του Σχεδίου Δράσης, στο οποίο έχει ολοκληρωθεί η επέμβαση.

Τα Μέλη μπορεί να θεωρήσουν χρήσιμο να προβούν στην ακόλουθη σύνθεση αποτελεσμάτων. Εφόσον το επιθυμούν μπορούν να υποβάλλουν το ακόλουθο έντυπο Σύνθεσης του GreenBuilding.

Σύνθεση έκθεσης		
	Από το χρόνο δέσμευσης	Έκθεση τρέχοντος έτους
Ποσοστό επί μέρους δράσεων του Σχεδίου Δράσης που έχουν ολοκληρωθεί		
Εκτίμηση συνολικής επένδυσης για την εφαρμογή του Σχεδίου		
Εκτίμηση διαφοροποίησης του κόστους Συντήρησης και Λειτουργίας (1)		
Εκτίμηση εξοικονομούμενης ενέργειας (2)		
Θερμαινόμενη επιφάνεια (τμ)		
Ψυχόμενη επιφάνεια (τμ)		
Φωτιζόμενη επιφάνεια (τμ)		
Ενδεικτικό κόστος ενέργειας για θέρμανση ανά τμ (EUR/m ²) (3)		
Ενδεικτικό κόστος ενέργειας για ψύξη ανά τμ (EUR/m ²) (3)		
Ενδεικτικό κόστος ενέργειας για φωτισμό ανά τμ (EUR/m ²) (3)		

(1) Επένδυση και Λειτουργικό κόστος & κόστος Συντήρησης:

οι αλλαγές σε αυτά τα κόστη εκτιμώνται με βάση το κόστος εάν δεν είχαν πραγματοποιηθεί μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

(2) Η **εξοικονομούμενη ενέργεια** εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη την εφαρμογή των μέτρων καθώς και την αύξηση / μείωση των ζωνών επέμβασης, του αριθμού των χρηστών, το βαθμό χρήσης και τα επίπεδα άνεσης.

(3) Τα **ενεργειακά κόστη** στις ζώνες επέμβασης είναι πολύ καλός δείκτης για την αποτελεσματική χρήση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης